

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : H01J 37/32		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/13201
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. März 2000 (09.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06128		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 20. August 1999 (20.08.99)			
(30) Prioritätsdaten: 198 38 827.6 26. August 1998 (26.08.98) DE 198 50 218.4 31. Oktober 1998 (31.10.98) DE		Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUN- HOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leon- rodstrasse 54, D-80636 München (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEYER, Carl-Friedrich [DE/DE]; Ebereschenweg 37, D-01474 Pappritz (DE). SCHEIBE, Hans-Joachim [DE/DE]; Goetheallee 14a, D-01309 Dresden (DE).			
(74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR; Gostritzer Strasse 61-63, D-01217 Dresden (DE).			

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR COATING SUBSTRATES IN A VACUUM

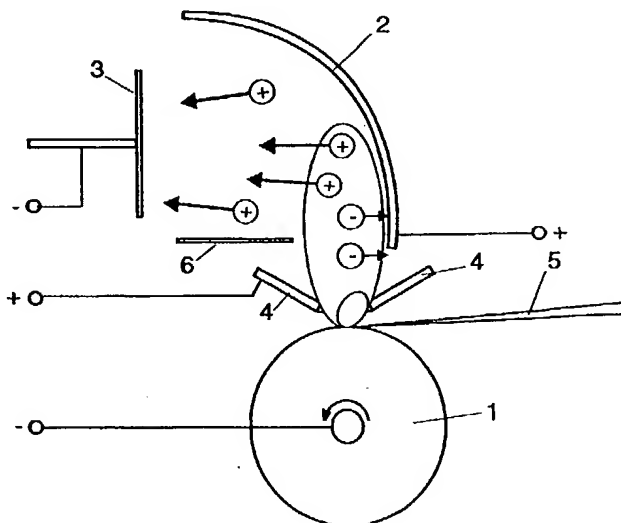
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BESCHICHTUNG VON SUBSTRATEN IM VAKUUM

(57) Abstract

The invention relates to a device and method for coating substrates in a vacuum. A plasma is produced from a target using a laser beam and ionised particles of the plasma are precipitated on the substrate in the form of a layer. This is a known process which has been used in PVD methods for some time. The aim of the invention is to provide a means of preventing droplets and particles which could have a negative effect on the properties of the deposited layer from settling in said layer, or at least to reduce the number of such droplets and particles. To this end, an absorber electrode with a positive electric potential is used. Said absorber electrode is situated a few mm away from the bottom end of the plasma, in front of or next to said plasma and is shaped in such a way that an electric field forms around the absorber electrode. The electrical field vector should be oriented at least approximately orthogonally to the direction of movement of the ionised particles of plasma.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und Verfahren zur Beschichtung von Substraten im Vakuum, wobei von einem Target ein Plasma erzeugt und ionisierte Teilchen des Plasmas auf dem Substrat als Schicht abgeschieden werden sollen, wie dies bei den verschiedensten bekannten PVD-Verfahren seit längerem angewendet wird. Mit der Erfindung soll verhindert werden, daß sich Tröpfchen und Partikel in der aufgetragenen Schicht absetzen, die die Schichteigenschaften negativ beeinträchtigen, zumindest soll jedoch deren Anzahl verringert werden. Zur Lösung dieses Problems wird eine auf einem elektrisch positiven Potential liegende Absorberelektrode verwendet, die wenige mm vom Fußpunkt des Plasmas entfernt, vor oder neben dem Plasma angeordnet und so geformt ist, daß sich um die Absorberelektrode ein elektrisches Feld ausbildet. Der elektrische Feldvektor soll dabei zumindest annähernd orthogonal zur Bewegungsrichtung der ionisierten Teilchen des Plasmas ausgerichtet sein.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

5

Vorrichtung und Verfahren zur Beschichtung von Substraten im Vakuum

10 Die Erfindung betrifft Vorrichtungen und Verfahren
zur Beschichtung von Substraten im Vakuum, wobei von
einem Target ein Plasma erzeugt und ionisierte Teil-
chen des Plasmas auf dem Substrat als Schicht abge-
schieden werden sollen, wie dies bei den verschieden-
sten bekannten PVD-Verfahren seit längerer Zeit er-
15 folgreich angewendet wird.

Insbesondere ist die Erfindung in Ergänzung des so ge-
nannten Laser-Arc-Verfahrens, bei dem eine Bogenent-
ladung im Vakuum mittels eines gepulst betriebenen
20 Laserstrahls gezündet und mit dem über die Bogenent-
ladung erhaltenen Plasma der ionisierte Teilchenstrom
zu einem Substrat geführt und auf diesem als Schicht
die ionisierten Teilchen abgeschieden werden können,
anwendbar. Die Erfindung kann aber auch bei einem an
25 sich bekannten Verfahren, bei dem eine Bogenentladung
im Vakuum zur Erzeugung des Plasmas benutzt wird,
ohne daß die Bogenentladung mit einem Laserstrahl
initiiert wird, angewendet werden. Dabei kann die
Bogenentladung auf bekannte Art und Weise, entweder
30 allein durch eine ausreichend hohe Spannung zwischen
einer Anode und einem als Kathode geschalteten Target
gezündet werden und zum anderen besteht die Möglich-
keit, die Zündung mittels elektrisch leitender Zünd-
elemente infolge Kurzschluß zu initiieren.

35

Eine weitere Möglichkeit, bei der die erfindungsgemä-
ße Lösung sinnvoll angewendet werden kann, ist die
Erzeugung eines Plasmas auf einem Target durch Be-

strahlung der Targetoberfläche mit einem Laserstrahl entsprechend ausreichender Intensität.

5 Diese drei möglichen Verfahren sind beispielhaft in DE 39 01 401 C1 und DD 279 695 B5 für das Laser-Arc-Verfahren, DD 280 338 B5 für die reine Bogenentladungsverdampfung und in US 4,987,007 für die Laserstrahl-Plasmaerzeugung beschrieben.

10 Diese bekannten Verfahren, weisen jedoch den Nachteil auf, daß ihr Plasma relativ reich an Tröpfchen und Partikeln ist, die zu lokalen Abweichungen in den Schichteigenschaften führen und die entsprechend beschichteten Substrate dann für viele Anwendungsfälle
15 nicht geeignet sind.

Um diesem Nachteil entgegenzutreten wurden aber Möglichkeiten vorgeschlagen, um eine sogenannte "Filterung" des Plasmas zur Speicherung von Partikeln
20 durchzuführen. Mehrere Möglichkeiten hierfür sind von B.F. Coll und D.M. Sanders in "Design of Vacuum Arc-Basis Sources"; Surface and Coatings Technology", No. 81 (1996) 42 - 51 beschrieben. Dabei wird bei diesen bekannten Lösungen davon ausgegangen, daß unter Ver-
25 wendung magnetischer Felder die ionisierten leichten Bestandteile eines Plasmas abgelenkt werden können und die wesentlich größeren, wegen ihres ungünstigen Ladungs-/Masseverhältnisses, schwerer ablenkbaren Partikel voneinander getrennt werden können.

30 Diese Filteranordnungen haben jedoch einige erhebliche Nachteile:

Der Aufbau dieser Systeme ist sehr komplex und entsprechend teuer. Der Durchmesser der magnetischen
35 Filter und damit der Durchmesser der Beschichtungs-

fläche ist auf Grund der benötigten kräftigen magnetischen Felder und der dazu benötigten elektrischen Leistungen auf ca. 150 mm begrenzt. Die Beschichtungsrate der Verfahren wird auf ca. 15 - 20 % im Vergleich zu der ohne Verwendung des Filters verringert.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, den Anteil an Tröpfchen und Partikeln, in einer auf einem Substrat mit einem PVD-Verfahren aufgebrauchten Schicht zu verringern, wobei gleichzeitig eine relativ großflächige Beschichtung ermöglicht sein soll.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Merkmalen der Ansprüche 1, 2, 3 und 4 für erfindungsgemäße Vorrichtungen und den Merkmalen des Anspruchs 18 für ein entsprechendes Verfahren zur Beschichtung von Substraten im Vakuum gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der Erfindung, ergeben sich mit den in den untergeordneten Ansprüchen enthaltenen Merkmalen.

Erfindungsgemäß wird dabei so verfahren, daß eine zusätzliche gegenüber dem Plasma auf einem elektrisch positiven Potential liegende Absorberelektrode verwendet wird, um die ein elektrisches Feld erzeugt wird. Durch dieses elektrische Feld werden ionisierte Teilchen und Elektronen eines Plasmas hindurch geführt und dadurch erreicht, daß elektrisch negative Teilchen von der Absorberelektrode absorbiert und positive Teilchen, bevorzugt mit kleinem Masse-Ladungsverhältnis des Plasmas zum Substrat gelangen. Neutrale Teilchen und Teilchen mit großem Masse-Ladungsverhältnis werden in ihrer Bezugsgröße nur unwesentlich beeinflusst und können so separiert werden.

Eine solche Absorberelektrode ist gegenüber den bekannten verwendeten magnetischen Filtersystemen wesentlich einfacher und kostengünstiger herstell- und betreibbar.

5

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltungsform der Erfindung besteht darin, diese in einer Vorrichtung zu verwenden, bei der eine gepulste Vakuum-Bogenentladung mit einem gepulsten Laserstrahl, der auf die Oberfläche eines als Kathode geschalteten Targets gerichtet ist, verwendet wird. Solche Vorrichtungen mit den entsprechenden Verfahren sind, z.B. in DE 39 01 401 C2 und in einer verbesserten Form in DD 279 695 B5 beschrieben. Die Vakuumbogenentladung zur Erzeugung eines Plasmas wird zwischen dem Target und einer Anode gezündet und die ionisierten Teilchen des Plasmas werden dann nachfolgend auf einem Substrat als Schicht abgeschieden. Hierfür können die verschiedensten Formen für die Ausbildung der Anode und des verwendeten Targets angewendet werden, wobei die verschiedensten Targetmaterialien einsetzbar sind. Bei Verfahren, wie dies z.B. in DD 279 695 B5 beschrieben ist, treten die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile der Abscheidung der relativ großen Partikel in der Schicht auf. Um dem entgegenzuwirken, wird erfindungsgemäß eine zusätzliche Absorberelektrode eingesetzt, die gegenüber der gegebenenfalls ohnehin vorhandenen Anode auf einem elektrisch positiverem Potential gehalten wird. Mit dieser Anordnung gelingt es, eine Trennung der unterschiedlich geladenen Teilchen des ionisierten Teilchenstromes aus dem Plasma durchzuführen, wobei die elektrisch negativen Teilchen zumindest zum größten Teil von der Absorberelektrode absorbiert und in der erfindungsgemäß gewünschten Form lediglich die elektrisch posi-

10
15
20
25
30
35

tiven Teilchen des Teilchenstromes durch ein um eine Absorberelektrode erzeugtes elektrisches Feld auf das Substrat gelangen. Dabei ist es besonders günstig, den Abstand zwischen der Anode und der Absorberelektrode relativ klein, auf etwa einige wenige mm zu begrenzen.

Die Erfindung kann aber auch in einer Vorrichtung bzw. in einem Verfahren angewendet werden, bei dem das Plasma ausschließlich mittels einer Bogenentladung im Vakuum erzeugt wird, wie dies neben anderen in DD 280 338 B5 beschrieben ist. Dabei wird die Bogenentladung entweder allein durch eine Spannungserhöhung oder in Verbindung mit der Erzeugung eines Kurzschlusses initiiert. Auch in diesem Fall wird wieder ein als Kathode geschaltetes Target und eine Anode in einer Vakuumkammer verwendet, zwischen denen ein Lichtbogen, bevorzugt gepulst gezündet und ein Plasma aus dem Targetmaterial erzeugt wird. Wird aber nach Zündung mit einer kontinuierlichen Bogenentladung gearbeitet, sollte der Bogen mit Hilfe steuerbarer Magnetfelder entlang der Oberfläche des Targets geführt werden.

Auch in diesem Fall wird wiederum die Absorberelektrode in unmittelbarer Nähe des Targets und/oder der Anode angeordnet. Um die Absorberelektrode wird ein elektrisches Feld erzeugt, wobei die Absorberelektrode wiederum gegenüber dem Plasma auf einem elektrischen positiven Potential gehalten ist, so daß die positiven Teilchen des Teilchenstromes aus dem Plasma in Richtung auf das Substrat bewegt werden und dort die Schicht gebildet wird, ohne daß die größeren bzw. massereicheren geladenen Teilchen des Teilchenstromes

zum Substrat gelangen, da sie auf die Absorberelektrode treffen und absorbiert werden können.

Die erfindungsgemäß zu verwendende Absorberelektrode
5 kann aber auch in einer Vorrichtung bzw. bei einem
Verfahren verwendet werden, bei dem das Plasma von
einem Target mit einem Laserstrahl, der auf dieses
gerichtet ist, erzeugt wird. Eine solche Vorgehens-
weise ist z.B. in US 4,987,007 beschrieben. In diesem
10 Fall kann auch ein Plasma aus einem Targetmaterial,
das nicht leitend ist, erzeugt werden. Auch hier wird
wieder die Absorberelektrode in unmittelbarer Nähe
des Fußpunktes des Plasmas, d.h. der Fokuspunkt des
Laserstrahls auf dem Target angeordnet. Auch in die-
15 sem Falle wird die Trennung der unterschiedlich ge-
ladenen Teilchen des ionisierten Teilchenstromes in
der bereits bei den anderen Möglichkeiten beschriebe-
nen Form durchgeführt, so daß nahezu ausschließlich
positiv geladene Teilchen des Teilchenstromes auf das
20 Substrat gelangen und dort die Schicht ausbilden.

Vorteilhaft kann die Erfindung weiter ausgestaltet
werden, in dem die Absorberelektrode und/oder das
Substrat so angeordnet bzw. ausgebildet werden, daß
25 keine Teilchen und Ionen aus dem Plasma direkt auf
das Substrat gelangen können. Hierfür kann auch zu-
sätzlich eine abschirmende Blende eingesetzt werden,
die zwischen Target und Substrat entsprechend ange-
ordnet werden kann.

30 Ein die Absorberelektrode ausbildendes Element sollte
eine Ebene aufspannen, die so angeordnet, ausgerich-
tet und dimensioniert ist, daß der Teilchenstrom des
Plasma nicht auf direktem Weg zum Substrat gelangen
35 kann. Im einfachsten Fall kann es sich um eine ent-

sprechend geneigte planare Ebene handeln. Es kann aber auch eine konvex gekrümmte Ebene aufgespannt sein.

5 Eine solche Ebene muß nicht zwingend eine geschlossene Fläche sein, sondern es können auch lückenbehaftete Elemente, wie z.B. Gitter, Loch- oder Schlitzbleche bzw. andere Strukturelemente eingesetzt werden.

10 Die erfindungsgemäße Wirkung der verwendeten Absorberelektrode beruht auf dem hohen Ionisierungsgrad des Plasmas, der mit den bereits genannten Verfahren erreicht werden kann, ohne daß die Ionen eine hohe
15 kinetische Energie aufweisen müssen. Die Energie der Ionen liegt hierbei zwischen 30 bis 100 eV. Bekanntermaßen beträgt der Ionisierungsgrad eines Plasmas bei einer Vakuumbogenentladung etwa 80 bis 90 %.

20 Die Absorberelektrode hat allein die Funktion der Trennung der unterschiedlich geladenen Teilchen des Teilchenstromes aus dem Plasma und führt nicht dazu, daß eine Beschleunigung der ionisierten Teilchen erreicht wird.

25 Durch die Anordnung der Absorberelektrode in unmittelbarer Nähe der Anode bzw. des Targets, wird ein sehr großer Teil der Elektronen und negativ geladenen Ionen absorbiert und gleichzeitig verhindert, daß
30 sich durch Rekombinationsprozesse der Ionisierungsgrad der Ionen wesentlich vor dem Verlassen der mit der Absorberelektrode in Verbindung mit dem elektrischen Feld ausgebildeten Umlenkanordnung ändert.

35 Die Beschichtungsrate kann positiv beeinflußt werden,

in dem die Absorberelektrode, das Substrat und die anderen gegebenenfalls für die Erzeugung des Plasmas erforderlichen Komponenten in günstiger Weise ausgebildet und/oder angeordnet werden. Besonders geeignete Ausführungsformen werden nachfolgend noch näher beschrieben werden.

Bei entsprechender Form der Absorberelektrode kann erreicht werden, daß bei Eintritt des Plasmas in das um die Absorberelektrode erzeugte elektrische Feld, der elektrische Feldvektor orthogonal zur Bewegungsrichtung des Ionenstromes ausgerichtet ist und so die kinetische Energie der Ionen nur geringfügig beeinflußt wird. Aus diesem Grund können nahezu ausschließlich die Ionen optimal als positiv geladene Raumladung zum Substrat, infolge der Wirkung des elektrischen Feldes, umgelenkt werden. Das Substrat erwärmt sich nur in sehr geringem Maße, so daß der eigentliche Beschichtungsvorgang beinahe bei Raumtemperatur durchgeführt wird, so daß auch entsprechende thermisch sensible Substrate ohne weiteres beschichtet werden können.

Durch eine am Substrat angelegte negative Spannung, kann die Energie der Ionen und dadurch auch die Eigenschaften der ausgebildeten Schicht gezielt beeinflußt werden.

Günstig kann es außerdem sein, ein z.B. gitterförmiges Element aus einem elektrisch leitenden Material zwischen dem Fußpunkt des Plasmas und der Absorberelektrode anzuordnen, durch daß das Plasma geführt ist. Ein solches gitterförmiges Element kann auf das elektrische Potential der Anode gelegt werden. Außerdem kann es vorteilhaft sein, daß gitterförmige Ele-

ment in Richtung der Bewegungsrichtung des Plasmas gewölbt auszubilden. Das gitterförmige Element kann mit der Anode und gegebenenfalls einer verwendeten Blende verbunden und demzufolge auch daran befestigt sein.

Die Erfindung kann vorteilhaft auch zur Ausbildung von reaktiv beeinflussten Schichten eingesetzt werden. Hierzu können Gase zugeführt werden. Diese Gase werden in der Nähe der Absorberelektrode ionisiert und chemisch aktiviert, so daß mit z.B. Stickstoff, Sauerstoff, H_2 , Kohlenwasserstoffe, bei geringem Massenstrom und demzufolge sehr kleinen Gasdrücken unterhalb 10^{-1} Pa, z.B. oxidische, carbidische oder nitridische Schichten oder einer Kombination, wie z.B. Carbonitride erzeugt werden können.

Nachfolgend soll die Erfindung beispielhaft beschrieben werden.

Dabei zeigen:

Figur 1 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der ein Plasma mit einem Laser-Arc-Verfahren erzeugt und eine gekrümmte Absorberelektrode eingesetzt wird;

Figur 1a das Beispiel nach Figur 1 in perspektivischer Darstellung;

Figur 2 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei dem ein Plasma mit einem Laser-Arc-Verfahren erzeugt und eine gekrümmte, aus einer Mehrzahl von Streifen gebildete Absorberelektrode verwendet wird;

Figur 2a das Beispiel nach Figur 2 in perspektivischer Darstellung;

Figur 3 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der ein Plasma mit einem Laserstrahl erzeugt und eine gekrümmte, aus einer Mehrzahl von Einzelstreifen gebildete Absorberelektrode verwendet wird;

Figur 3a das Beispiel nach Figur 3 in perspektivischer Darstellung;

Figur 4 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit aus streifenförmigen Elementen gebildeter Absorberelektrode;

Figur 5 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit aus streifenförmigen Elementen gebildeter Absorberelektrode, bei der das Plasma ausschließlich mit einem Laserstrahl erzeugt wird und

Figur 6 ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Absorberelektrode, die Anodenfunktion zur Erzeugung von Plasma mittels Bogenentladung erfüllt.

Bei den in den Figuren 1 bis 6 gezeigten Vorrichtungen, wurde sämtlichst auf die Darstellung der Vakuumkammer, in der die in den Figuren dargestellten einzelnen Komponenten aufgenommen sind, verzichtet, da davon ausgegangen werden kann, daß dies für den einschlägigen Fachmann auf der Hand liegt.

Bei dem in der Figur 1 gezeigten Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wird ein walzenförmiges Target 1 verwendet, das um seine Längsachse gleichförmig gedreht wird. Für die Erzeugung eines Plasmas aus einer Bogenentladung wird eine Anode 4 verwendet, die in bevorzugter Form als Anodenschirm mit einem zentralen Spalt, durch den das erzeugte Plasma austreten kann, ausgebildet ist, wie dies mit der in Figur 1 und 1a sowie auch den Figuren 2, 2a und 4 dargestellten Form der Anode 4 angedeutet ist. Zur Zündung der Vakuum-Bogenentladung wird ein Laserstrahl 5 in gepulster Form auf die Manteloberfläche des Targets 1 gerichtet und gleichzeitig die Anodenspannung entsprechend erhöht, so daß eine Bogenentladung zwischen Target 1 und Anode 4 gezündet und im Anschluß an die Verdampfung von Targetmaterial ein Plasma erzeugt werden kann, das durch den Anodenspalt in Richtung auf die hier gekrümmte, der Form eines Teilkreises folgend, ausgebildete Absorberelektrode 2 gelangt.

Die Absorberelektrode 2 ist an eine Gleichspannung angelegt. Diese Spannung an der Absorberelektrode 2 liegt oberhalb der normalen Spannung an der Anode 4 und des Potentials des Plasmas.

Mit der Absorberelektrode 2 kann eine Trennung der verschieden geladenen Teilchen im ionisierten Teilchenstrom aus dem Plasma durchgeführt werden. Hierfür werden die negativ geladenen Ionenteilchen von der Absorberelektrode 2 absorbiert und die positiv geladenen Teilchen aus dem Teilchenstrom können sich in Richtung auf das Substrat 3 bewegen und an dessen Oberfläche die gewünschte nahezu partikel- und tröpfchenfreie Schicht ausbilden. Dabei wirkt sich das

zwischen Absorberelektrode 2 und Substrat 3 ausgebildete elektrische Feld lediglich günstig für die gewünschte Ladungstrennung aus und die kinetische Energie der positiv geladenen Teilchen wird nicht zusätzlich erhöht.

Bei diesem Beispiel ist an dem Substrat 3 ein elektrisch negatives Potential angelegt, was für bestimmte Zwecke günstig sein kann. Es ist aber nicht generell erforderlich, das Substrat auf ein elektrisch negatives Potential zu legen, sondern es kann ohne weiteres auch ein Anschluß an die Masse der Vorrichtung ausreichend sein.

Vorteilhaft befindet sich der Spannungsanschluß zur Absorberelektrode 2, wie in Figur 1 deutlich erkennbar, an der dem Target 1 zugewandten Seite der Absorberelektrode 2, möglichst nahe dem Fußpunkt des Plasmas.

Zur Verhinderung, daß sich ionisierte Teilchen unmittelbar, d.h. auf geradem, direktem Wege in Richtung auf das Substrat 3 bewegen, kann eine Blende 6 verwendet werden, die zwischen Target 1 und Substrat 3 angeordnet ist. Sie gibt lediglich einen verengten Spalt zwischen Blende 6 und Absorberelektrode 2 für den Durchtritt des Plasmas frei.

Mit diesem Verfahren bzw. einer solchen Vorrichtung können relativ großformatige Substrate 3 beschichtet werden, wobei entsprechend lange walzenförmige Targets 1 verwendet werden können. In diesem Falle sollten entsprechend lange Absorberelektroden 2 verwendet werden, so daß die gewünschte Wirkung über die gesamte Targetlänge und die gesamte zu beschichtende Fläche

che des Substrates 3 durch ein entsprechend ausgedehntes elektrisches Feld erreicht werden kann.

Bei dem in den Figuren 3 und 3a gezeigten Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung werden wieder die gleichen einzelnen Komponenten verwendet, wie dies auch bei dem Beispiel nach Figur 1 der Fall ist. Im Gegensatz hierzu ist lediglich die Absorberelektrode 2 modifiziert ausgebildet. Die Absorberelektrode 2 besteht hier aus einem Streifenträger 2'', an dem einzelne schmale Streifen 2' aus elektrisch leitendem Material in einem Abstand voneinander befestigt sind. Die Streifen 2' sind dabei so ausgerichtet, daß ein reflektiertes ionisiertes Teilchen vom Substrat weg reflektiert wird.

Bei dem in Figuren 3 und 3a gezeigten Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ein herkömmliches Target 1 verwendet, bei dem in diesem Fall ein negatives Potential angelegt ist, wobei hierauf aber auch verzichtet werden kann. Auf das Target 1 wird ein bevorzugt gepulster Laserstrahl 5 gerichtet und das Plasma allein mit dessen Energie aus dem Targetmaterial erzeugt. Das Target 1 kann aus elektrisch leitendem aber auch aus elektrisch nicht leitendem Material bestehen, je nachdem welche Schicht auf dem Substrat 3 ausgebildet werden soll. Im übrigen ist diese Vorrichtung, genau wie das in Verbindung mit der Figur 3 beschriebene Beispiel ausgebildet. Selbstverständlich können auch Ausführungsformen gemäß den anderen beschriebenen Beispielen, insbesondere für die Ausbildung der Absorberelektrode 2 verwendet werden.

Bei einer Vorrichtung, wie sie mit den Beispielen

gemäß den Figuren 1, 1a, 2 und 2a beschrieben worden und die in Verbindung mit dem bekannten Laser-Arc-Verfahren betrieben werden kann, können verschiedenste Schichten auf verschiedensten Substraten aufgebracht werden. So können partikelfreies Aluminium, verschiedene Aluminiumverbindungen (durch Zugabe entsprechend reaktiver Gase) und auch diamantähnliche Kohlenstoffschichten aufgebracht werden.

10 Nachfolgend soll die Beschichtung eines Substrates mit Aluminium als Beispiel beschrieben werden.

Hierzu wird ein walzenförmiges Aluminiumtarget 1 verwendet und die Anode 4 zur Erzeugung der Bogenentladung im Vakuum sowie die Absorberelektrode 2 weisen die gleiche Länge, wie das walzenförmige Aluminiumtarget 1 auf. Bei diesem Beispiel wird eine Absorberelektrode 2, gemäß Figur 1 verwendet, deren Krümmungsradius 60 mm beträgt. Für die Zündung der Vakuum-Bogenentladung wird eine Impulsspitzenspannung von ca. 400 V an die Anode 4 angelegt. Nachdem die Zündung der Vakuum-Bogenentladung zwischen Anode 4 und Target 1 mit Hilfe des Laserstrahls 5 (Leistungsdichte $5 \cdot 10^8 \text{ W/cm}^2$) erfolgt ist, wird die Anodenspannung innerhalb weniger Mikrosekunden auf die Bogenentladungsspannung von ca. 30 V reduziert. Die Stromstärke der Bogenentladung beträgt ca. 1.000 A, die Impulsfrequenz, mit der die Vakuum-Bogenentladung durchgeführt wird, liegt bei ca. 100 Hz.

30 Die Spannung an der Absorberelektrode 2 konnte bei mittleren Werten im Bereich zwischen 180 V und 200 V und die mittlere Stromstärke bei 3 A gehalten werden.

35 Das isoliert in der Vakuumkammer aufgehängte Substrat

3 kann im Gegensatz zu den beispielhaften Darstellungen auf Massepotential gehalten werden. Mit einer solchen Anordnung können Beschichtungsraten realisiert werden, die bei ca. 40 %, einer Vorgehensweise
5 ohne die erfindungsgemäße Lösung, d.h. ohne zusätzliche Absorberelektrode, erreicht werden.

Die Absorberelektrode 2 kann aber auch, wie in Figur 4 gezeigt, ausgebildet werden. Sie wird aus mehreren
10 in einem Abstand zueinander angeordneten ebenen, flächigen Elementen (Streifen 2') gebildet, wobei die einzelnen Elemente parallel zueinander ausgerichtet sind und die einzelnen, die Absorberelektrode 2 bildenden Elemente orthogonal zur Längsrichtung des Targets 1 ausgerichtet sind, so daß durch die Zwischenräume zwischen benachbarten flächigen Elementen im Plasma gegebenenfalls vorhandene größere Tröpfchen abgeführt werden können und demzufolge eine Abscheidung auf dem Substrat 3 vermieden werden kann.
15

20 Die ebenen, flächigen Elemente (Streifen 2') einer so ausgebildeten Absorberelektrode 2 können an der dem Plasma zugewandten Seite bevorzugt so geformt sein, wie dies bei den Streifenträgern 2'' in den Figuren 3 und 4 gezeigt ist. Die einzelnen ebenen, flächigen Elemente 2' können mit mindestens in einer Achse angeordneten Abstandshaltern, auch elektrisch leitend, verbunden sein.
25

30 Die einzelnen Streifen 2' sind bei diesem Beispiel kammförmig nebeneinander angeordnet und konvex gekrümmt.

35 Da die Position des Fußpunktes des Plasmas auf der Targetoberfläche wechseln kann, ist es vorteilhaft,

die einzelnen Streifen 2' gesondert anzusteuern, d.h. jeder Streifen 2' verfügt über eine gesonderte Stromzuführung, so daß lediglich die Streifen 2' mit einem entsprechend ausreichend hohen elektrischen Strom
5 versorgt werden, die das erzeugte Plasma wirksam beeinflussen können. Die übrigen Streifen 2' können mit kleinerer Spannung beaufschlagt oder sogar spannungslos geschaltet sein. So können z.B. nebeneinanderliegende Streifen 2' auf einer Länge von ca. 100 bis 400
10 mm mit elektrischem Strom versorgt werden, wobei das Ein- und Ausschalten der einzelnen Streifen 2' unter Berücksichtigung der Position des Fußpunktes des Plasma auf dem Target 1 gesteuert werden sollte. Dies kann beispielsweise unter Berücksichtigung der
15 Strahlrichtung bzw. Auslenkung des Laserstrahles 5 erfolgen.

Das in Figur 5 gezeigte Beispiel entspricht im wesentlichen dem vorhergehend beschriebenen. Es wird
20 lediglich auf eine zusätzliche Anode 4 verzichtet und das Plasma ausschließlich mit der Energie eines Laserstrahles 5 erzeugt, der bei gleichzeitiger Drehung des Targets 1 entlang dessen Längsachse ausgelenkt wird. Auch hier kann die Stromzuführung zu den einzelnen Streifen 2' der Absorberelektrode 2 entsprechend gesteuert werden.
25

Das in der Figur 6 gezeigte Beispiel verzichtet auf
30 eine zusätzliche Anode 4, deren Funktion von der Absorberelektrode 2 übernommen wird. Die Bogenentladung wird demzufolge von der Absorberelektrode 2, ggf. mit Unterstützung eines gepulsten Laserstrahles 5
initiiert.

In diesem Fall ist die Stromzuführung zur Absorber-
elektrode 2 möglichst weit vom Fußpunkt des Plasmas,
demzufolge an bzw. in der Nähe der in Richtung Sub-
strat 3 weisenden Stirnfläche der Absorberelektrode 2
5 angeordnet. Je größer der Abstand, um so günstiger
ist die Wirkung der Absorberelektrode 2.

Auch in diesem Fall kann es günstig sein, die Strom-
zuführung lokal in Abhängigkeit von der jeweiligen
10 Position des Fußpunktes des Plasma zu steuern.

Dies kann durch eine entsprechende Bewegung einer
Stromzuführung zur Absorberelektrode 2 parallel zur
Oberfläche des Targets 1 entlang seiner Längsachse
15 erreicht werden.

Einfacher ist es jedoch, bei einer flächigen ebenen
geschlossenen Absorberelektrode (z.B. Blech oder Git-
ter) Schlitze auszubilden, die von der in Richtung
20 Target 1 weisenden Stirnseite ausgehen und kurz vor
der in Richtung Substrat weisenden Stirnseite der
Absorberelektrode 2 enden. Dadurch wird mit Hilfe
dieser Schlitze ein direkter Stromfluß von der Strom-
zuführung in den Wirkbereich des Plasma verhindert,
25 wenn sich der Plasmafußpunkt in einem Abstand von der
in der Regel mittig an der Absorberelektrode 2 ange-
ordneten Stromzuführung befindet.

5 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Beschichtung von Substraten im
10 Vakuum mit Verfahren, bei denen von einem Target
ein Plasma erzeugt und ionisierte Teilchen des
Plasmas auf dem Substrat als Schicht abgeschie-
den werden,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß eine in bezug auf das Plasma auf einem elek-
15 trisch positiven Potential liegende Absorber-
elektrode (2) vor oder neben dem Plasma so an-
geordnet und so geformt ist, daß sich um die
Absorberelektrode (2) ein elektrisches Feld aus-
bildet, dessen elektrischer Feldvektor zumindest
20 annähernd orthogonal zur Bewegungsrichtung der
ionisierten Teilchen des Plasmas ausgerichtet
ist.
2. Vorrichtung zur Beschichtung von Substraten im
25 Vakuum, bei der mit einem gepulsten Laserstrahl,
der auf ein als Kathode geschaltetes Target ge-
richtet ist und mit einer Anode eine gepulste
Vakuum-Bogenentladung initiiert und vom Target
ein Plasma erzeugt wird, wobei ionisierte Teil-
30 chen des Plasmas auf dem Substrat als Schicht
abgeschieden werden,
dadurch gekennzeichnet, daß eine auf elektrisch
positiverem Potential als die Anode (4) liegende
Absorberelektrode (2) so angeordnet und so ge-
35 formt ist, daß sich um die Absorberelektrode (2)

ein elektrisches Feld ausbildet, dessen elektrischer Feldvektor zumindest annähernd orthogonal zur Bewegungsrichtung der ionisierten Teilchen des Plasmas ausgerichtet ist.

5

3. Vorrichtung zur Beschichtung von Substraten im Vakuum, bei der mit einer Bogenentladung von einem als Kathode geschalteten Target ein Plasma erzeugt und das Substrat mit ionisierten Teilchen des Plasmas beschichtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine in bezug auf das Plasma auf einem elektrisch positivem Potential liegende Absorberelektrode (2) vor oder neben dem Plasma so angeordnet und so geformt ist, daß sich um die Absorberelektrode (2) ein elektrisches Feld ausbildet, dessen elektrischer Feldvektor zumindest annähernd orthogonal zur Bewegungsrichtung der ionisierten Teilchen des Plasmas ausgerichtet ist.

20

4. Vorrichtung zur Beschichtung von Substraten im Vakuum, bei der mit einem Laserstrahl von einem Target ein Plasma erzeugt und das Substrat mit ionisierten Teilchen des Plasmas beschichtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine in bezug auf das Plasma auf einem elektrisch positiven Potential liegende Absorberelektrode (2) vor oder neben dem Plasma so angeordnet und so geformt ist, daß sich um die Absorberelektrode (2) ein elektrisches Feld ausbildet, dessen elektrischer Feldvektor zumindest annähernd orthogonal zur Bewegungsrichtung der ionisierten Teilchen des Plasmas ausgerichtet ist.

35

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorberelektrode (2) und/oder Substrat (3) so angeordnet sind, daß die positiv geladenen Teilchen des Plasmas nicht direkt auf das Substrat (3) gelangen.
- 5
6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das als Kathode geschaltete Target (1') walzenförmig ausgebildet, drehbar angeordnet und der gepulste Laserstrahl (5) parallel zu einer Ebene der Drehachse des Targets (1') auf dessen Mantelfläche auslenkbar ist.
- 10
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Substrat (3) und Target (1) eine das direkte Auftreffen ionisierter Teilchen verhindernde Blende (6) angeordnet ist.
- 15
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorberelektrode (2) in Form eines eine Ebene aufspannenden Elementes ausgebildet ist.
- 20
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorberelektrode (2) teilkreisförmig, in Richtung auf das Substrat (3) gekrümmt ausgebildet ist.
- 25
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsanschluß an die Absorberelektrode (2) an der dem Target (1) zugewandten Seite der Absorberelektrode (2) angeordnet ist.
- 30
- 35

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß die Absorberelektro-
de (2) aus mehreren Streifen (2') gebildet ist.
- 5
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß die Absorberelektro-
de (2) so dimensioniert ist, daß zumindest annä-
hernd im gesamten Raum zwischen Absorberelektro-
de (2) und Substrat (3) das elektrische Feld
10 ausgebildet ist, und/oder die Länge der Absor-
gerelektrode (2), der Länge des Targets (1) ent-
spricht.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß die Absorberelektro-
de aus mehreren in einem Abstand zueinander,
orthogonal zur Längsachse des Targets (1) ausge-
richteten, parallel angeordneten ebenen, flächigen
20 und in Richtung auf das Substrat gekrümmten
Elementen 2' gebildet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Fußpunkt
des Plasmas und Absorberelektrode (2) ein gitterförmiges
Element aus elektrisch leitendem
25 Material, durch das das Plasma geführt ist, angeordnet ist.
15. Verfahren zur Beschichtung von Substraten im
Vakuum, bei dem von einem Target ein Plasma erzeugt
und ionisierte Teilchen des Plasmas auf dem Substrat als
Schicht abgeschieden werden,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß ionisierte Teilchen und Elektronen des er-
35

zeugten Plasmas durch ein um eine Absorberelektrode (2) erzeugtes elektrisches Feld hindurch geführt und Elektronen von der Absorberelektrode (2) absorbiert werden.

5

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasma mittels gepulster Energie aus dem Target erzeugt und die Spannung an der Absorberelektrode (2) ebenfalls gepulst betrieben wird.
10
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasma mittels Bogenentladung zwischen dem als Kathode geschalteten Target (1) und einer Anode (4) erzeugt und die Spannung der Absorberelektrode (2) größer als die Spannung der Anode (4) gehalten wird.
15
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasma mittels gepulster Bogenentladung erzeugt wird.
20
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung der Absorberelektrode (2), der Spannung der Anode (4) nachfolgend geschaltet wird.
25
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Bogenentladung zwischen dem als Kathode geschalteten Target (1) und der Anode (4) mittels eines gepulsten Laserstrahles (5) gezündet wird.
30

21. Verfahren nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet, daß ein walzenförmiges
Target (1) gleichförmig um seine Längsachse ge-
dreht und der gepulste Laserstrahl (5) entlang
5 einer Ebene, parallel zur Drehachse des Targets
(1) über dessen Mantelfläche ausgelenkt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeich-
net, daß das Plasma mittels Bogenentladung zwi-
schen dem als Kathode geschalteten Target (1)
und der Absorberelektrode (2) erzeugt wird, wo-
bei die Stromzufuhr von der dem Substrat (3) zu-
gewandten Stirnseite der Absorberelektrode (2)
10 erfolgt.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Gas oder Gasge-
misch zugeführt wird.
20

1 / 9

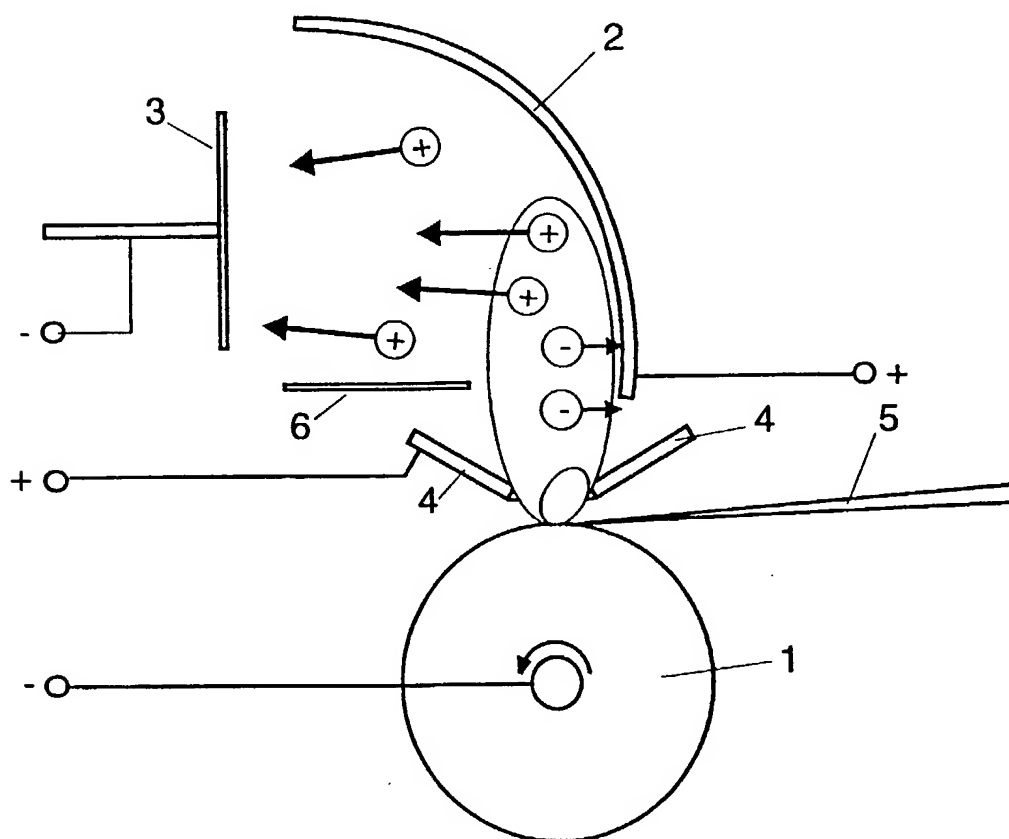


Fig. 1

2 / 9

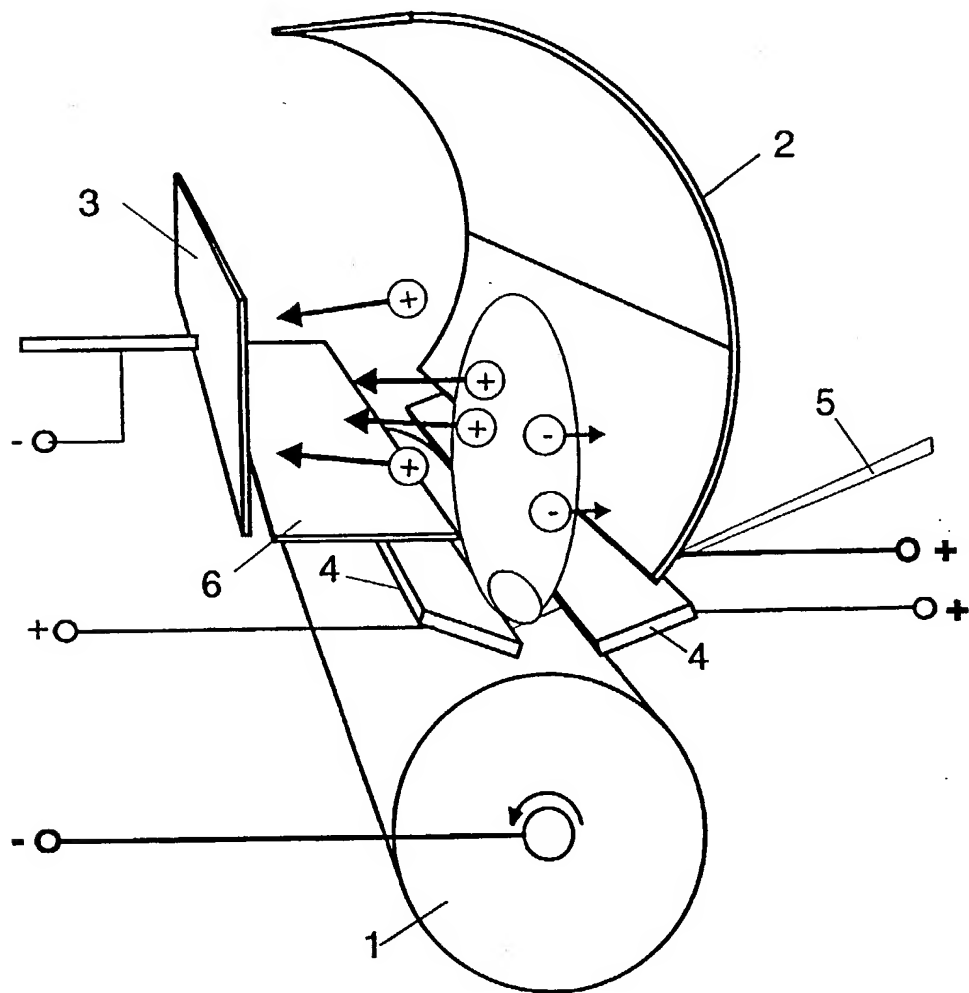


Fig. 1a

4 / 9

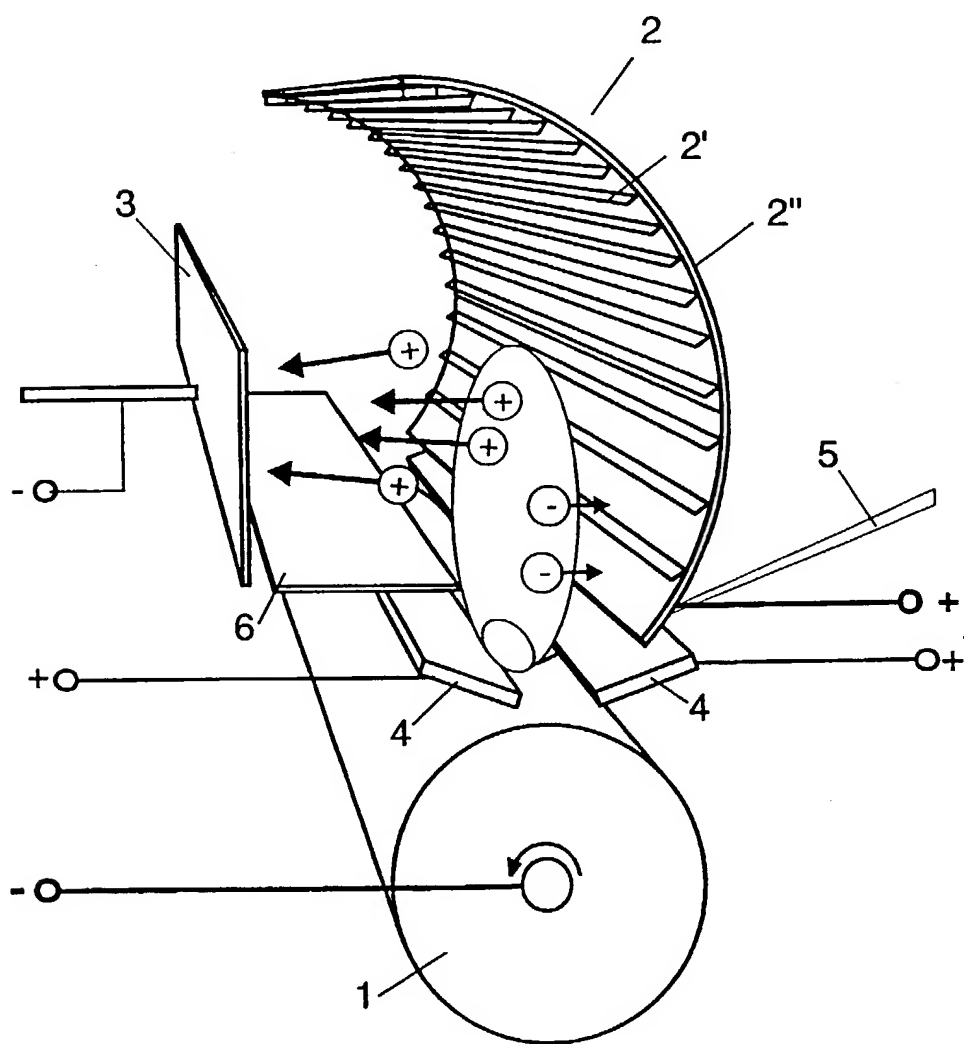


Fig. 2a

5 / 9

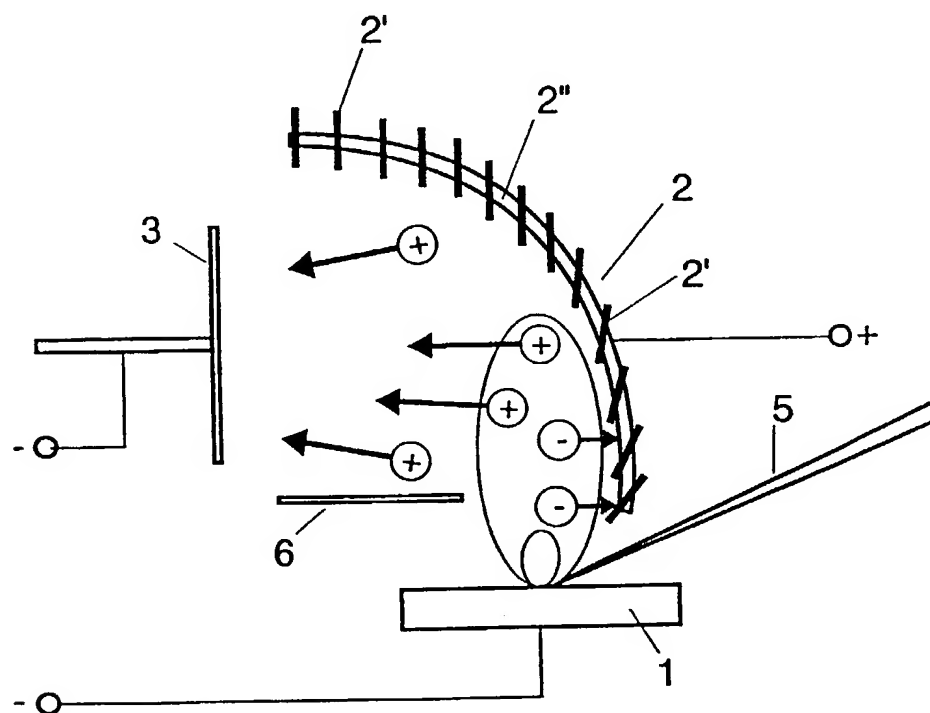


Fig. 3

6 / 9

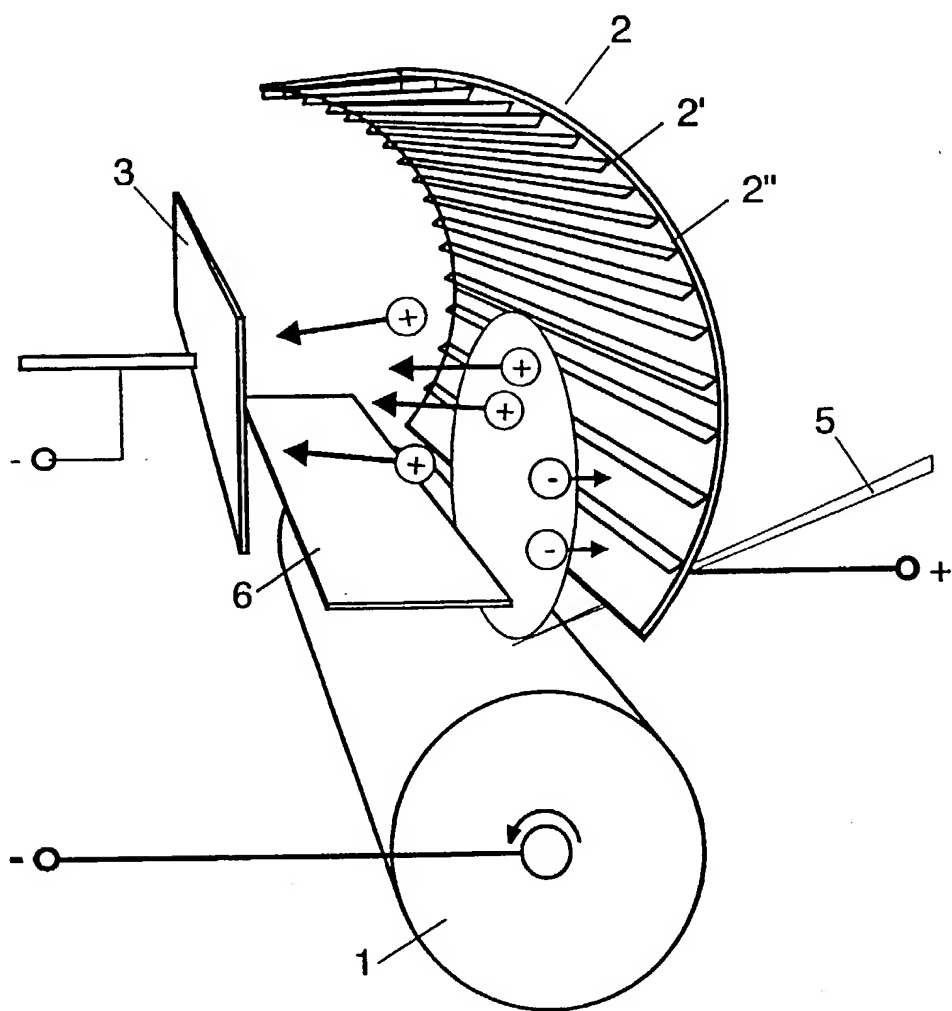


Fig. 3a

7/9

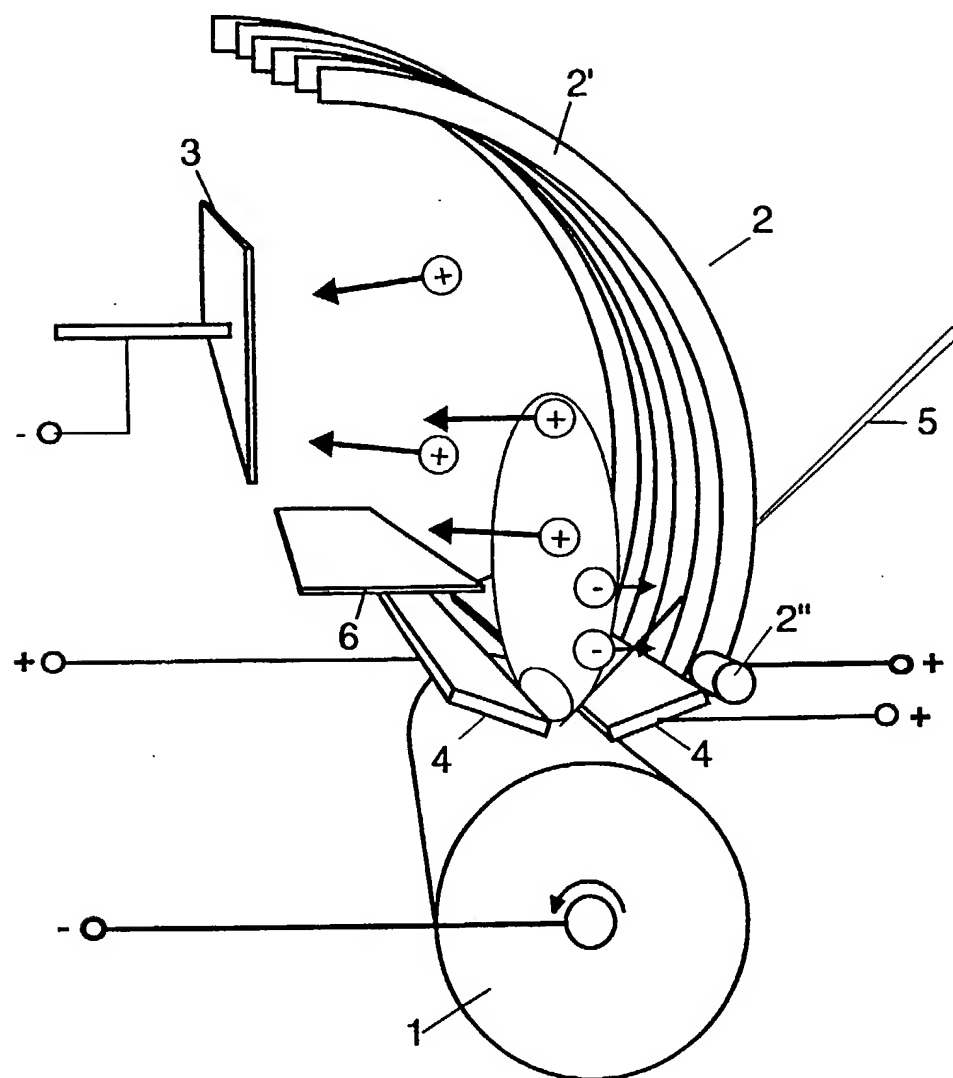


Fig 4

8 / 9

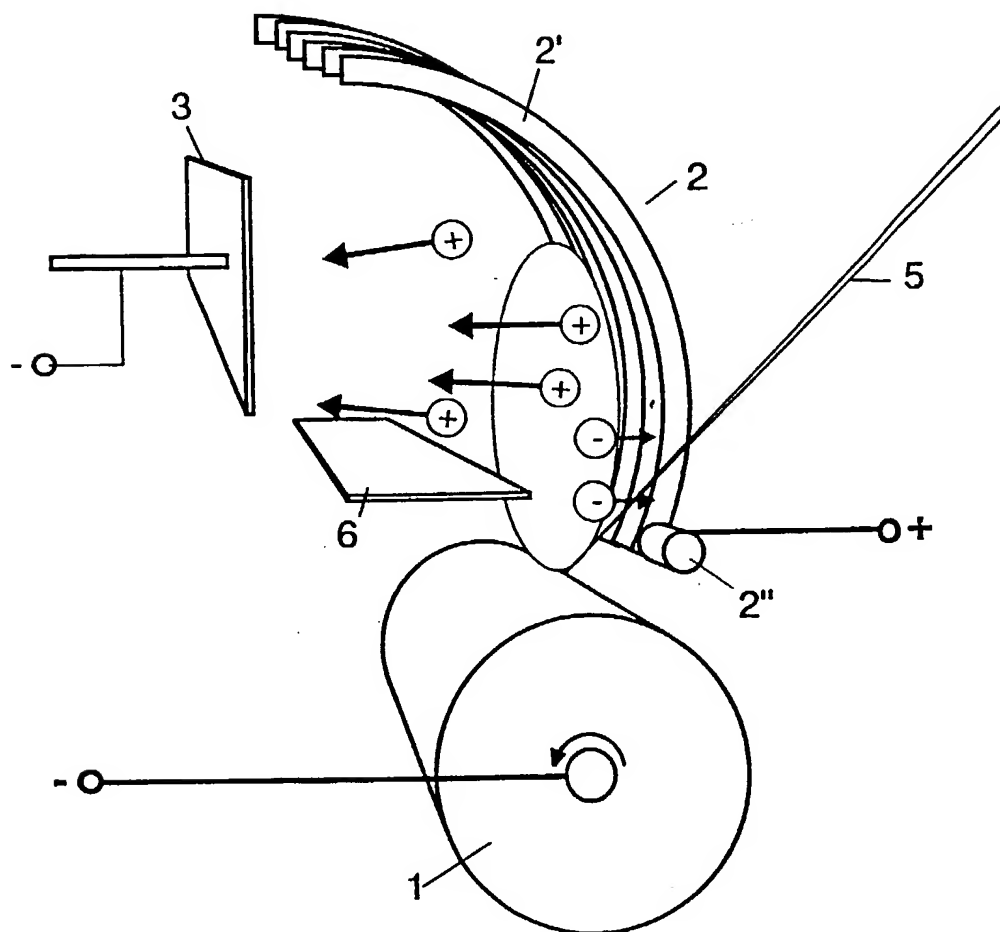


Fig. 5

9 / 9

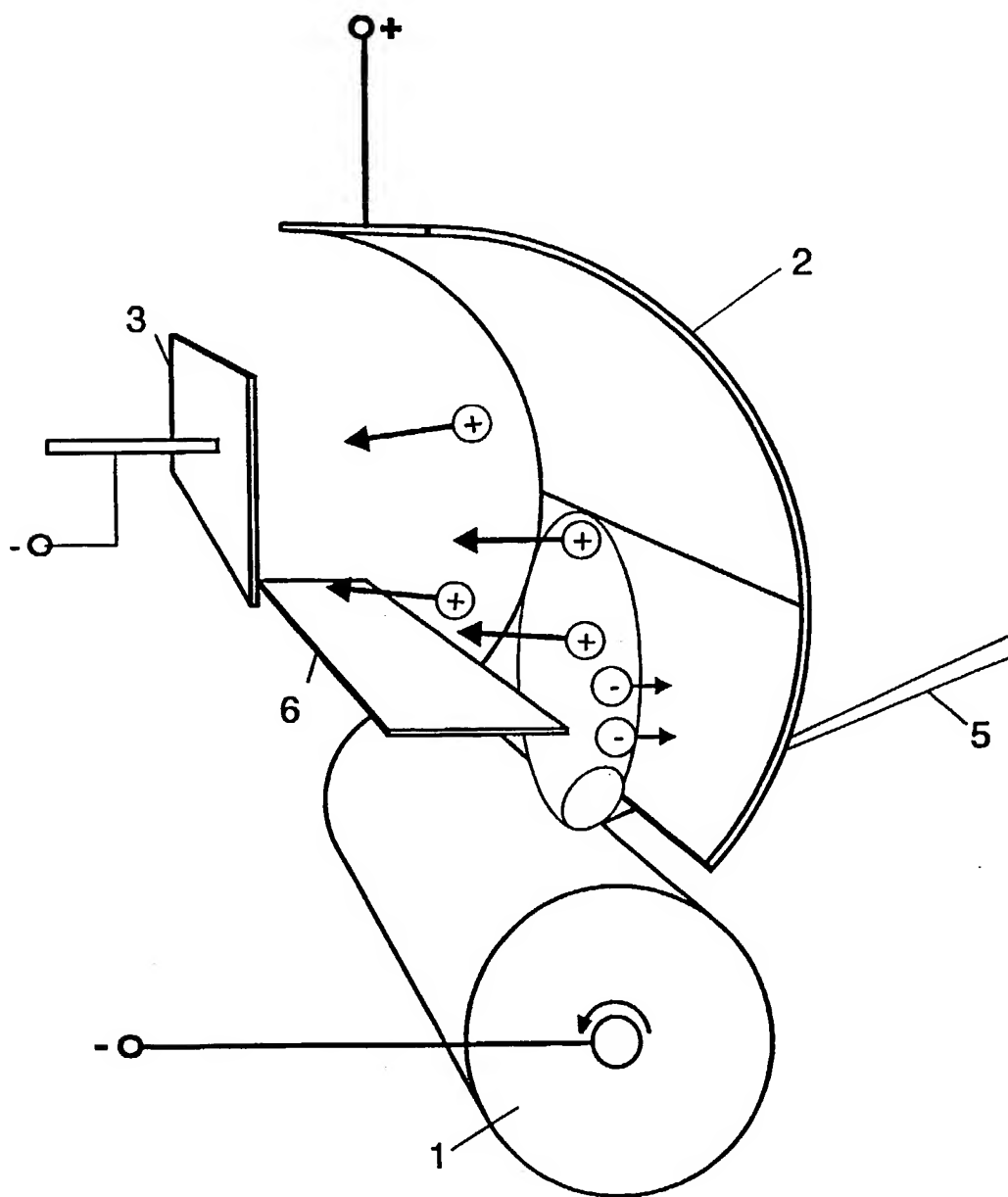


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.

PCT/EP 99/06128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01J37/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01J C23C H05H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 068 (C-1161), 4 February 1994 (1994-02-04) & JP 05 279844 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 26 October 1993 (1993-10-26)	1,4,5,8, 15
Y	abstract; figures --- -/--	2,3,6, 20,21

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 November 1999

Date of mailing of the international search report

15/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schaub, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter: nal Application No
PCT/EP 99/06128

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>COLL B F ET AL: "Design of vacuum arc-based sources"</p> <p>FIRST AUSTRALIA-USA WORKSHOP ON CRITICAL ISSUES IN HIGH PERFORMANCE WEAR RESISTANT FILMS, WOLLONGONG, NSW, AUSTRALIA, 1-3 FEB. 1995,</p> <p>vol. 81, no. 1, pages 42-51, XP002124098</p> <p>Surface and Coatings Technology, May 1996, Elsevier, Switzerland</p> <p>ISSN: 0257-8972</p> <p>cited in the application</p> <p>page 43, right-hand column, paragraphs 1,2; figure 1</p> <p>---</p>	2,20
Y	<p>DD 279 695 A (VEB HOCHVAKUUM DRESDEN)</p> <p>13 June 1990 (1990-06-13)</p> <p>cited in the application</p> <p>abstract; figure</p> <p>---</p>	2,3,6, 20,21
A	<p>DE 39 01 401 A (HOCHVAKUUM DRESDEN VEB)</p> <p>14 September 1989 (1989-09-14)</p> <p>cited in the application</p> <p>the whole document</p> <p>-----</p>	1-4,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Appl. No.

PCT/EP 99/06128

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 05279844 A	26-10-1993	NONE	
DD 279695 A	10-08-1995	NONE	
DE 3901401 A	14-09-1989	DD 277178 A	28-03-1990
		JP 1316454 A	21-12-1989
		JP 2011381 C	02-02-1996
		JP 7047818 B	24-05-1995
		DD 272666 B	21-09-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06128

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01J37/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01J C23C H05H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 068 (C-1161), 4. Februar 1994 (1994-02-04) & JP 05 279844 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 26. Oktober 1993 (1993-10-26)	1,4,5,8, 15
Y	Zusammenfassung; Abbildungen --- -/-	2,3,6, 20,21

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. November 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/12/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schaub, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>COLL B F ET AL: "Design of vacuum arc-based sources"</p> <p>FIRST AUSTRALIA-USA WORKSHOP ON CRITICAL ISSUES IN HIGH PERFORMANCE WEAR RESISTANT FILMS, WOLLONGONG, NSW, AUSTRALIA, 1-3 FEB. 1995,</p> <p>Bd. 81, Nr. 1, Seiten 42-51, XP002124098</p> <p>Surface and Coatings Technology, May 1996, Elsevier, Switzerland</p> <p>ISSN: 0257-8972</p> <p>in der Anmeldung erwähnt</p> <p>Seite 43, rechte Spalte, Absätze 1,2; Abbildung 1</p> <p>---</p>	2,20
Y	<p>DD 279 695 A (VEB HOCHVAKUUM DRESDEN)</p> <p>13. Juni 1990 (1990-06-13)</p> <p>in der Anmeldung erwähnt</p> <p>Zusammenfassung; Abbildung</p> <p>---</p>	2,3,6, 20,21
A	<p>DE 39 01 401 A (HOCHVAKUUM DRESDEN VEB)</p> <p>14. September 1989 (1989-09-14)</p> <p>in der Anmeldung erwähnt</p> <p>das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1-4,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06128

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 05279844 A	26-10-1993	KEINE	
DD 279695 A	10-08-1995	KEINE	
DE 3901401 A	14-09-1989	DD 277178 A	28-03-1990
		JP 1316454 A	21-12-1989
		JP 2011381 C	02-02-1996
		JP 7047818 B	24-05-1995
		DD 272666 B	21-09-1995